

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6008077号
(P6008077)

(45) 発行日 平成28年10月19日(2016.10.19)

(24) 登録日 平成28年9月23日(2016.9.23)

(51) Int.Cl. F I
 HO2N 2/04 (2006.01) HO2N 2/04

請求項の数 7 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2011-266546 (P2011-266546)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成23年12月6日 (2011.12.6)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-121190 (P2013-121190A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年6月17日 (2013.6.17)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成26年11月19日 (2014.11.19)		弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(72) 発明者	上條 浩一
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクチュエーター、ロボット、電子部品搬送装置及び電子部品検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

屈曲振動モードが励振されて振動し、または前記屈曲振動モードと縦振動モードとが励振されて振動する圧電素子と、

前記圧電素子に備える接触部が接触し、前記接触部の振動によって駆動される被駆動体と、

前記圧電素子を保持し、ケース本体と、前記ケース本体にねじによって固定される押え板とを有する保持部材と、

前記保持部材を前記被駆動体へ付勢する付勢手段を有する基台と、を備え、

前記保持部材は、前記圧電素子の振動面に交差する方向に配置され、前記圧電素子と前記押え板との間に配置される第1支持部および第2支持部、前記第1支持部に前記圧電素子を介して対向して前記圧電素子と前記ケース本体との間に配置される第3支持部、および前記第2支持部に前記圧電素子を介して対向して前記圧電素子と前記ケース本体との間に配置される第4支持部、を有し、

前記第1支持部および前記第2支持部は前記付勢する方向に沿って配置され、

前記第3支持部および前記第4支持部は前記付勢する方向に沿って配置され、

前記第1支持部、前記第2支持部、前記第3支持部および前記第4支持部の、前記付勢する方向の長さは、前記付勢する方向に直交かつ前記振動面に平行な方向の長さより短い、

ことを特徴とするアクチュエーター。

【請求項 2】

前記圧電素子は、前記屈曲振動モードの屈曲振動方向に直交する方向に沿った長さをL、前記屈曲振動方向に沿った長さをW、とする矩形基板であり、前記第1支持部と前記第3支持部と、が前記圧電素子を支持する第1支持領域と、前記第2支持部と前記第4支持部と、が前記圧電素子を支持する第2支持領域と、を有し、

前記第1支持領域の第1図心Q1と、前記圧電素子の前記長さL方向の一方の端部に最も近い振動の節P1と、の距離を距離D1とし、

前記第2支持領域の第2図心Q2と、前記圧電素子の前記長さL方向の他方の端部に最も近い振動の節P2と、の距離を距離D2とした場合の、

前記距離D1および前記距離D2が、

$$D1 = 0.13L$$

D2 = 0.13Lであり、且つ前記第1支持領域は前記振動の節P1を含み、前記第2支持領域は前記振動の節P2を含む、

ことを特徴とする請求項1に記載のアクチュエーター。

10

【請求項 3】

前記第1支持領域および前記第2支持領域の外縁部は、前記圧電素子の振動面の外縁部の内側である、

ことを特徴とする請求項2に記載のアクチュエーター。

【請求項 4】

前記第1支持領域および前記第2支持領域の少なくとも一方が矩形である、

ことを特徴とする請求項2または3に記載のアクチュエーター。

20

【請求項 5】

請求項1から4のいずれか一項に記載のアクチュエーターを備えるロボット。

【請求項 6】

請求項1から4のいずれか一項に記載のアクチュエーターを備える電子部品搬送装置。

【請求項 7】

請求項1から4のいずれか一項に記載のアクチュエーターを備える電子部品検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクチュエーター、ロボットハンド、ロボット、電子部品搬送装置、電子部品検査装置およびプリンターに関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来のアクチュエーターの駆動方法として、圧電体を2つの振動モードで励振し、圧電体の端部に備えた突起に楕円軌道を持たせ、突起部に接触する被駆動部を所定の方向に駆動する方法が知られている。このアクチュエーターでは、圧電体を被駆動部へ付勢するために、保持ケース内に弾性部材を介して圧電体の振動面の側面側を押圧して保持し、付勢手段によって被駆動体の方向に保持ケースを付勢することによって、圧電体を被駆動体へ付勢する(特許文献1, 2)。あるいは、圧電体の外縁部の一部を挟持し、圧電体を保持する保持ケースを被駆動体に対して付勢し、圧電体を被駆動体に付勢する構成も開示されている(特許文献3)。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2007/80851号パンフレット

【特許文献2】国際公開第2008/51563号パンフレット

【特許文献3】特開2007-189900号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 4 】

しかし、上述の特許文献 1 , 2 では、圧電体の振動方向、特に屈曲振動に対して振動を制限するように圧電体を保持する弾性部材を配置することにより、圧電体の振動が弾性部材を通じて保持ケースに漏れ、被駆動体の駆動エネルギーを多く損失してしまう虞があった。また、特許文献 3 であっても、圧電体を保持ケースの案内部からの振動漏れを生じ、被駆動体の駆動エネルギーを多く損失してしまう虞があった。

【 0 0 0 5 】

そこで、圧電体を保持ケースに保持しながらも、保持ケースへの圧電体の振動漏れを抑制し、圧電体の振動を確実に被駆動体の駆動に変換するアクチュエーターを提供する。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述の課題を解決するように、下記の形態または適用例として実現され得る。

【 0 0 0 7 】

〔適用例 1〕本適用例のアクチュエーターは、屈曲振動モードが励振されて振動し、または前記屈曲振動モードと縦振動モードとが同時に励振されて振動する圧電素子と、前記圧電素子に備える接触部が接触し、前記接触部の振動によって駆動される被駆動体と、前記圧電素子を保持する保持部と、前記保持部材を前記被駆動体へ付勢する付勢手段を有する基台と、を備え、前記保持部は、前記圧電素子の振動面に交差する方向に配置され、前記圧電素子の一方に配置される第 1 支持部および第 2 支持部と、前記第 1 支持部に前記圧電素子を介して対向して他方に配置される第 3 支持部と、前記第 2 支持部に前記圧電素子を介して対向して前記圧電素子の前記他方に配置される第 4 支持部と、を有することを特徴とする。

20

【 0 0 0 8 】

本適用例のアクチュエーターによれば、突起部の近傍にある振動面内での振幅の小さい位置である節を含む領域で、第 1 支持部と第 3 支持部により保持部材に対して圧電素子を保持することにより、圧電素子の屈曲振動を阻害することなく駆動させながら、突起部への被駆動体からの反力による移動を突起部近傍領域で抑制することができる。また、突起部に最も遠い位置にあり、振動面内での振幅の小さい位置である節を含む領域で、第 2 支持部と第 4 支持部により保持部材に対して圧電素子を保持することにより、圧電素子の屈曲振動を阻害することなく駆動させながら、第 1 支持部と第 3 支持部により支持される節を中心として、被駆動体からの突起部への反力によって圧電素子に生じるモーメントを効果的に抑制することができる。これにより、保持部材への圧電素子の保持を安定させることができ、被駆動体の確実な駆動を得ることができるアクチュエーターが実現できる。

30

【 0 0 0 9 】

〔適用例 2〕上述の適用例において、前記圧電素子は、前記屈曲振動モードの屈曲振動方向に直交する方向に沿った長さを L、前記屈曲振動方向に沿った長さを W、とする矩形基板であり、前記第 1 支持部と前記第 3 支持部と、が前記圧電素子を支持する第 1 支持領域と、前記第 2 支持部と前記第 4 支持部と、が前記圧電素子を支持する第 2 支持領域と、を有し、前記第 1 支持領域の第 1 図心 Q 1 と、前記圧電素子の前記長さ L 方向の一方の端部に最も近い振動の節 P 1 と、の距離を距離 D 1 とし、前記第 2 支持領域の第 2 図心 Q 2 と、前記圧電素子の前記長さ L 方向の他方の端部に最も近い振動の節 P 2 と、の距離を距離 D 2 とした場合の、前記距離 D 1 および前記距離 D 2 が、

40

$$D 1 \quad 0 . 1 3 L$$

$$D 2 \quad 0 . 1 3 L$$

であり、且つ前記第 1 支持領域は前記振動の節 P 1 を含み、前記第 2 支持領域は前記振動の節 P 2 を含むことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

上述の適用例によれば、このように第 1 支持領域および第 2 支持領域を形成することにより、第 1 支持部、第 2 支持部、第 3 支持部、第 4 支持部によって圧電素子が挟持、保持

50

されても、圧電素子の屈曲振動の妨げになることを軽減することができ、保持部材への振動の漏れを抑制することができる。なお、本適用例における直交とは、互いに90度の角度で交差する、いわゆる完全な直交の状態を含め、互いに約90度の角度で交差する、いわゆる大体の直交の状態を言う。

【0011】

〔適用例3〕上述の適用例において、前記第1支持領域および前記第2支持領域の外縁部は、前記圧電素子の振動面の外縁部の内側であることを特徴とする。

【0012】

上述の適用例によれば、このように第1支持領域および第2支持領域を形成することにより、第1支持部、第2支持部、第3支持部、第4支持部によって圧電素子が挟持、保持されても、圧電素子の屈曲振動の妨げになることが回避でき、保持部材への振動の漏れを抑制することができる。

10

【0013】

〔適用例4〕上述の適用例において、前記第1支持領域および前記第2支持領域の少なくとも一方が矩形であることを特徴とする。

【0014】

上述の適用例によれば、突起部の近傍に形成される支持領域が矩形であれば、突起部への被駆動体からの反力による移動を突起部近傍領域で確実に抑制することができる。また、突起部に最も遠い位置に形成される支持領域が矩形であれば、被駆動体からの突起部への反力によって圧電素子に生じるモーメントを確実に抑制することができる。これにより、保持部材への圧電素子の保持を安定させることができ、被駆動体の確実な駆動を得ることができるアクチュエーターが実現できる。

20

【0015】

〔適用例5〕上述の適用例において、前記第1支持領域および前記第2支持領域の少なくとも一方は、前記屈曲振動方向に直交する方向に沿った幅が、前記第1図心Q1もしくは前記第2図心Q2から前記屈曲振動方向に離間するにしたがって、前記第1図心Q1もしくは前記第2図心Q2を含む前記縦振動方向の幅より徐々に小さくなる第1領域を含むことを特徴とする。

【0016】

上述の適用例によれば、このように支持領域を形成することによって、屈曲振動の振幅の小さい節P1、P2に図心Q1、Q2を含む領域幅が大きい支持領域の部位が配置されることで強い圧電素子の支持力が確保される。そして、屈曲振動の振幅が節P1、P2領域より大きくなる圧電素子の屈曲振動方向の外形に近づくに従って、支持領域幅を小さくする第1領域が配置されることによって、圧電素子の保持力の増加を実現しながら、圧電素子の振幅が大きくなる外形部に向かって屈曲振動に追従しやすくし、振動の妨げを緩和させることができ指示領域を形成することができる。従って、圧電素子を確実に保持しながらも、所定の屈曲振動を得ることができ、確実に被駆動体を駆動させることができるアクチュエーターを得ることができる。なお、本適用例における直交とは、互いに90度の角度で交差する、いわゆる完全な直交の状態を含め、互いに約90度の角度で交差する、いわゆる大体の直交の状態を言う。

30

40

【0017】

〔適用例6〕上述の適用例において、前記図心Q1もしくはQ2を含む矩形の第2領域を備え、前記第2領域に延在する前記第1領域を備えることを特徴とする。

【0018】

上述の適用例によれば、このように支持領域を形成することによって、屈曲振動の振幅の小さい節P1、P2に図心Q1、Q2を含む領域面積が大きい矩形の支持領域の部位が配置されて、より強い圧電素子の支持力が確保される。

【0019】

〔適用例7〕上述の適用例において、前記第1支持部と前記第3支持部の少なくとも一方、および前記第2支持部と前記第4支持部の少なくとも一方、には緩衝部を含むことを

50

特徴とする。

【0020】

上述の適用例によれば、圧電素子を振動面に交差する方向に挟持するように緩衝材料を含む第1支持部と第3支持部の少なくとも一方、および第2支持部と第4支持部の少なくとも一方、を備えることにより、圧電素子の振動が保持材へ漏れることを抑制することができる。これによって、圧電素子の振動が無駄なく接触部の揺動を発生させ、接触部に当接される被駆動体の回転もしくは直線運動へ変換することができる。すなわち、駆動効率の高いアクチュエーターを得ることができる。また、緩衝材は、振動面方向の振動を振動変位として許容することにより、被駆動体の駆動に必要な振動を維持することができる。更に、節を含む領域では振動変位が分布するが、それを許容することにより、被駆動体の駆動に必要な振動を維持することができる。すなわち、駆動効率の高いアクチュエーターを得ることができる。

10

【0021】

〔適用例8〕上述の適用例において、前記第1支持部と前記第3支持部の少なくとも一方、および前記第2支持部と前記第4支持部の少なくとも一方、には弾性部を含むことを特徴とする。

【0022】

上述の適用例によれば、第1支持部と第3支持部の少なくとも一方、および第2支持部と第4支持部の少なくとも一方に弾性部材を配置することにより、弾性部材の弾性力に対する保持部材と圧電素子との間の摩擦力によって、振動による保持部材と圧電素子との相対的な位置ずれを抑制することができる。

20

【0023】

〔適用例9〕本適用例のロボットハンドは、上述の適用例によるアクチュエーターを備える。

【0024】

本適用例のロボットハンドによれば、動作の自由度を多くするためにモーターを多数備えても、電磁式のモーターなどに比べて小型、軽量にすることができる。

【0025】

〔適用例10〕本適用例のロボットは、上述の適用例によるアクチュエーター、またはロボットハンドを備える。

30

【0026】

本適用例のロボットは、駆動分解能が細かく、且つ高速振動のアクチュエーターによる駆動であるため、作業対象物を正確に保持し、目的位置まで正確に高速搬送ことができ、ロボットの動作時間の短縮を可能とすることができ、高い生産性が実現できる。また複雑な電子機器の組立作業などを可能にすることができる。

【0027】

〔適用例11〕本適用例の電子部品搬送装置は、上述の適用例によるアクチュエーターを備える。

【0028】

本適用例の電子部品搬送装置は、駆動分解能が細かく、且つ高速振動であるため電子部品などを正確な位置に高速で搬送することができ、電子部品の検査時間、組立時間の短縮を可能とすることができる。また複雑な電子機器の組立作業などを可能にすることができる。

40

【0029】

〔適用例12〕本適用例の電子部品検査装置は、上述の適用例によるアクチュエーターまたは電子部品搬送装置を備える。

【0030】

本適用例の電子部品検査装置は、駆動分解能が細かく、且つ高速振動なアクチュエーターまたは電子部品搬送装置を備えることにより、検査対象の電子部品などを正確な位置に高速で搬送することができ、電子部品の検査時間、組立時間の短縮を可能とすることがで

50

きる。

【0031】

〔適用例13〕本適用例のプリンターは、上述の適用例によるアクチュエーターを備える。

【0032】

本適用例のプリンターは、駆動装置部位に駆動分解能が細かく、且つ高速振動のアクチュエーターを備えることで、駆動対象物を目的位置まで正確に高速移動させることができ、プリンターの動作時間の短縮を可能とすることができ、高い生産性が実現できる。また、高速に駆動させることができることから、長い直線駆動を行わせる印刷媒体を切断するカッターの駆動をスムーズに行うことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】第1実施形態に係るアクチュエーターの、(a)は平面図、(b)は(a)に示すA-A'部の断面図、(c)は(a)に示すB-B'部およびC-C'部の断面図。

【図2】第1実施形態に係るアクチュエーターのその他の形態を示す、(a)は断面図、(b)は(a)に示すD-D'部およびE-E'部の断面図。

【図3】第1実施形態に係る圧電素子の電極配置を示す、(a)は表平面図、(b)は側面図、(c)は裏平面図。

【図4】第1実施形態に係る圧電素子の振動動作の説明図。

【図5】第1実施形態に係る圧電素子の支持領域の形態を示す平面概念図。

20

【図6】第1実施形態に係る圧電素子の支持領域の、その他の形態を示す平面概念図。

【図7】第1実施形態に係る圧電素子の支持領域の、その他の形態を示す平面概念図。

【図8】圧電素子のその他の形態を示す、(a)は電極配置を示す表平面図、側面図、裏平面図、(b)は圧電素子の振動動作の説明図。

【図9】第2実施形態に係るアクチュエーターの部分断面図。

【図10】第3実施形態に係るロボットハンドを示す外観図。

【図11】第4実施形態に係るロボットを示す外観図。

【図12】第5実施形態に係る電子部品検査装置を示す外観図。

【図13】第6実施形態に係るプリンターを示す、(a)は斜視図、(b)は(a)に示すプリンターに備えるカッティングヘッドの平面図。

30

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、図面を参照して、本発明に係る実施形態を説明する。

【0035】

(第1実施形態)

図1は、第1実施形態のアクチュエーターを示し、(a)は平面図、(b)は(a)に示すA-A'部の断面図、(c)は(a)に示すB-B'部およびC-C'部の断面図、である。図1(a)に示すように、アクチュエーター100は、保持部材としての保持ケース20と、保持ケース20に保持される圧電素子10と、保持ケース20の付勢手段としてのばね60が装着されるばね固定部50aを備える基台50と、被駆動体71もしくは被駆動体72と、を備えている。

40

【0036】

被駆動体71は図示するR方向に回転駆動され、被駆動体72は図示するH方向に直線駆動される。本実施形態に係るアクチュエーター100では、被駆動体72で示されるH方向の直線駆動によって説明するが、回転駆動される被駆動体71であっても良い。被駆動体72へは、基台50に備えるばね固定部50aに対してばね60によって保持ケース20の付勢部20aが付勢され、付勢された保持ケース20を介して圧電素子10が付勢される。圧電素子10には被駆動体72と接触する接触部を有する突起部10aが設けられ、詳細は後述するが、圧電素子10の振動によって突起部10aが楕円軌道を描いて揺動し、この楕円運動によって被駆動体72がH方向に直線駆動される。

50

【 0 0 3 7 】

保持ケース 20 は、図 1 (b) , (c) に示すように、ケース本体 21 と、ケース本体 21 にねじ 23 によって固定される押え板 22 a , 22 b と、を備えている。ケース本体 21 の支持面 21 a と押え板 22 a , 22 b との間に圧電素子 10 が配置される。圧電素子 10 は、圧電素子 10 と、保持ケース 20 の支持面 21 a と、の間に配置される第 3 支持部 32 および第 4 支持部 42 と、圧電素子 10 と押え板 22 a との間に配置され、圧電素子 10 を介して第 3 支持部 32 と対向配置される第 1 支持部 31 と、圧電素子 10 と押え板 22 b との間に配置され、圧電素子 10 を介して第 4 支持部 42 と対向配置される第 2 支持部 41 と、によって挟持されて保持ケース 20 に保持、固定される。

【 0 0 3 8 】

支持部 31 , 32 , 41 , 42 は緩衝材料により形成され、圧電素子 10 の振動が保持ケース 20 に漏れることを抑制している。支持部 31 , 32 , 41 , 42 を形成する緩衝材料としては、圧電素子 10 に励起された振動を保持ケース 20 に漏れさせない性能として、動的粘弾性 ($\tan \delta$) が 0.05 以下であることが好ましい。動的粘弾性 ($\tan \delta$) とは、材料を引っ張りモードにおいて正弦波ひずみ ϵ を与えると、材料に生じる応力 σ の発生には、入力されたひずみに対して遅れの位相 δ が生じる。この位相 δ を用いて材料の動的な粘性を定量化しているのが、動的粘弾性 ($\tan \delta$) である。すなわち動的粘弾性 $\tan \delta$ が大きい、すなわち位相 δ が大きい、ということは与えられたひずみを材料の内部での伝達遅れを生じることとなる。言い換えると、振動の伝達を、より遅くさせ、保持ケース 20 への振動漏れを抑制することができる。支持部 31 , 32 , 41 , 42 を形成する緩衝材料としては、例えばゴム、エラストマー、ポリイミド、ポリエーテルサルホンなどが好適に用いられるが、アクチュエーター 100 の駆動によって熱が生じやすいため、耐熱性に優れるポリイミドがより好適に用いることができる。

【 0 0 3 9 】

緩衝材料によって支持部 31 , 32 , 41 , 42 を構成することが好ましいが、これに限定はされない。例えば、図 1 に示す支持部 32 , 42 が、図 2 に示す形態であっても良い。図 2 (a) は図 1 (a) に示す A - A' 部の断面図を示す断面図、図 2 (b) は図 2 (a) に示す D - D' 部および E - E' 部の断面図である。図 2 (a)、(b) に示すように、ケース本体 21 の支持面 21 a に支持突起 21 b , 21 c を形成し、支持突起 21 b と緩衝材料により形成される支持部 31 とにより圧電素子 10 を挟持し、支持突起 21 c と緩衝材料により形成される支持部 41 とにより圧電素子 10 を挟持する構成であってもよい。

【 0 0 4 0 】

図 3 は圧電素子 10 の形態を示す、(a) は表平面図、(b) は側面図、(c) は裏平面図、である。図 3 (a) に示すように圧電素子 10 は、圧電体 10 b の一方の面 10 c には屈曲振動を励振させる電極 11 , 12 , 13 , 14 が形成されている。更に、他方の面 10 d には共通電極 15 が形成されている。圧電体 10 b としては、圧電性を有する材料であれば限定されないが、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) が好適に用いられる。電極としては、導電金属であれば限定されないが、例えば Al , Au , Ag , W , Cu などをスパッタリング法、蒸着法などの方法で形成される。また、突起部 10 a は、被駆動体 72 と接触し、その摩擦によって被駆動体 72 を駆動させることから被駆動体 72 との摩擦係数は高く、且つ耐摩耗性の優れた材料により突起部 10 a を形成し、図示しない方法で固着することで形成される。もしくは、被駆動体 72 との摩擦係数は高く、且つ耐摩耗性の優れた材料を圧電体 10 b と一体的に形成した突起部 10 a の表面にコーティングすることで形成することができる。突起部 10 a に用いる耐摩耗性に優れた材料として、セラミックス、例えばアルミナなど、が好適に用いられる。

【 0 0 4 1 】

図 4 は圧電素子 10 の動作を模式的に説明する平面図である。図 4 (a) に示すように、電極 11 , 13 と図 3 に示す共通電極 15 との間に電荷を掛け、電極 12 , 14 には電荷を掛けないことにより、圧電素子 10 における電極 11 , 13 に対応する部位で図示

10

20

30

40

50

矢印の縦振動が励起される。しかし、電極 1 2 , 1 4 には電荷を掛けられていないため縦振動は励起されず、その結果、電極 1 1 , 1 3 による縦振動と、電極 1 2 , 1 4 の無振動によって圧電素子 1 0 は屈曲振動が生じ圧電素子 1 0 A のように振動し、突起部 1 0 a が図示する楕円軌道 S_R の矢印方向に揺動する。突起部 1 0 a の楕円軌道による S_R 方向の揺動が、当接される被駆動体 7 2 を図示 H_R 方向に駆動させる。

【 0 0 4 2 】

図 4 (b) により説明する圧電素子 1 0 の動作は、上述の図 4 (a) により説明した H_R 方向への被駆動体 7 2 の駆動方向が、逆の H_L 方向に駆動される状態である。図 4 (b) に示すように、電極 1 2 , 1 4 と図 3 に示す共通電極 1 5 との間に電荷を掛け、電極 1 1 , 1 3 には電荷を掛けないことにより、圧電素子 1 0 における電極 1 2 , 1 4 に対応する部位で図示矢印の縦振動が励起される。しかし、電極 1 1 , 1 3 には電荷を掛けられていないため縦振動は励起されず、その結果、電極 1 2 , 1 4 による縦振動と、電極 1 1 , 1 3 の無振動によって圧電素子 1 0 は屈曲振動が生じ圧電素子 1 0 B のように振動し、突起部 1 0 a が図示する楕円軌道 S_L の矢印方向に揺動する。突起部 1 0 a の楕円軌道による S_L 方向の揺動が、当接される被駆動体 7 2 を図示 H_L 方向に駆動させる。

【 0 0 4 3 】

このように電極 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 への電荷の付加を切り換えることにより、圧電素子 1 0 の屈曲振動の方向を変え、被駆動体 7 2 の駆動方向を容易に切り換えることができる。上述の圧電素子 1 0 の屈曲振動および縦振動の 2 つの振動モードにおける振動の節について図 4 (c) を用いて説明する。図 4 (c) は圧電素子 1 0 の振動モードの概念図を示す。図 4 (c) に示すように、圧電素子 1 0 は、図 4 (a) , (b) を用いて説明した振動状態の屈曲振動モードによって圧電素子 1 0 A , 1 0 B に示す振動状態となる。この時、振動停止状態の圧電素子 1 0 の被駆動体 7 2 への付勢方向に沿った、本実施形態に係る圧電素子 1 0 では中心線となる線 M は、振動状態における圧電素子 1 0 A では線 M_A , 圧電素子 1 0 B では線 M_B のように屈曲した軌跡となる。この屈曲振動に対応する線 M_A および線 M_B と、縦振動モードに対応する線 M と、が互いに交差する位置が、振動の節 P 1 , P 2 , P 3 (以下、節 P 1 , P 2 , P 3 という) と呼ばれている。

【 0 0 4 4 】

この節 P 1 , P 2 , P 3 では圧電素子 1 0 の振動において振動面内での移動が少ない位置、すなわち振幅の小さい位置となることから、節 P 1 , P 2 , P 3 のいずれかを含む領域に支持部 3 1 , 3 2 , 4 1 , 4 2 を配置することが好ましく、線 M に沿って圧電素子 1 0 の外形部に最も近い節 P 1 , P 2 を含む領域に支持部 3 1 , 3 2 , 4 1 , 4 2 を配置することがなお好ましい。図 4 (a) , (b) により、突起部 1 0 a の楕円軌道 S_R , S_L によって被駆動体 7 2 を駆動させることは説明したが、例えば図 4 (a) に示すように被駆動体 7 2 を H_R 方向に駆動させる場合における突起部 1 0 a と被駆動体 7 2 との接触部での詳細を図 4 (d) に示す。図 4 (d) に示すように、圧電素子 1 0 の突起部 1 0 a における被駆動体 7 2 との接触部においては、突起部 1 0 a の振動による楕円軌道 S_R によって被駆動体 7 2 に対して接触部の摩擦によって駆動力 F を生じる。この駆動力 F によって被駆動体 7 2 が H_R 方向に駆動される。この時、接触部には突起部 1 0 a に対して駆動力 F の反力として F' が働き、突起部 1 0 a を H_R 方向とは逆の方向に移動させようとするが、この反力 F' による突起部 1 0 a 、すなわち圧電素子 1 0 の移動を規制、抑制することにより駆動力 F が被駆動体 7 2 へ伝えられ、圧電素子 1 0 の屈曲振動を効率よく被駆動体 7 2 の駆動に変換させることができる。

【 0 0 4 5 】

そこで、突起部 1 0 a の近傍にある振動面内での振幅の小さい位置である節 P 1 を含む領域で、第 1 支持部 3 1 と第 3 支持部 3 2 により保持ケース 2 0 に対して圧電素子 1 0 を保持することにより、圧電素子 1 0 の屈曲振動を阻害することなく駆動させながら、突起部 1 0 a への反力 F' による移動を突起部 1 0 a 近傍領域で抑制することができる。また、突起部 1 0 a に最も遠い位置にあり、振動面内での振幅の小さい位置である節 P 2 を含む領域で、第 2 支持部 4 1 と第 4 支持部 4 2 により保持ケース 2 0 に対して圧電素子 1 0

10

20

30

40

50

を保持することにより、圧電素子 10 の屈曲振動を阻害することなく駆動させながら、第 1 支持部 31 と第 3 支持部 32 により支持される節 P1 を中心として、反力 F' によって圧電素子 10 に生じるモーメントを効果的に抑制することができ、突起部 10a の反力 F' による移動を規制することができる。

【0046】

なお、図 4 (b) に示すように被駆動体 72 が H_L 方向に駆動される場合においても、節 P1 を含む領域を第 1 支持部 31 と第 3 支持部 32 によって支持し、節 P2 を含む領域を第 2 支持部 41 と第 4 支持部 42 によって支持することにより、上述の図 4 (d) での説明と同じように、突起部 10a の近傍にある振動面内での振幅の小さい位置である節 P1 を含む領域で、第 1 支持部 31 と第 3 支持部 32 により保持ケース 20 に対して圧電素子 10 を保持することにより、圧電素子 10 の屈曲振動を阻害することなく駆動させながら、突起部 10a への被駆動体 72 からの反力による移動を近傍領域で抑制することができる。

10

【0047】

また、突起部 10a に最も遠い位置にあり、振動面内での振幅の小さい位置である節 P2 を含む領域で、第 2 支持部 41 と第 4 支持部 42 により保持ケース 20 に対して圧電素子 10 を保持することにより、圧電素子 10 の屈曲振動を阻害することなく駆動させながら、第 1 支持部 31 と第 3 支持部 32 により支持される節 P1 を中心として、被駆動体 72 からの反力によって圧電素子 10 に生じるモーメントを効果的に抑制することができ、突起部 10a の反力 F' による移動を規制することができる。

20

【0048】

図 5 は支持部 31, 32, 41, 42 の圧電素子 10 との接地部、いわゆる支持領域の形状の形態を示す平面概念図である。図 5 (a) に示すように、圧電素子 10 の振動面における第 1 支持領域 30 は、第 1 支持部 31 および第 3 支持部 32 とにより圧電素子 10 が支持される領域を示し、第 2 支持領域 40 は、第 2 支持部 41 および第 4 支持部 42 とにより圧電素子 10 が支持される領域を示す。支持領域 30, 40 は矩形に形成され、その矩形形状の図心が第 1 支持領域 30 は $Q1$ 、第 2 支持領域 40 は $Q2$ である。圧電素子 10 は屈曲振動方向に略直交する方向において、突起部 10a を除く長さ L 、屈曲振動方向の幅 W 、に形成されている。このように形成された圧電素子 10 の L 方向の突起部 10a 側の端部から節 P1 は L_{P1} の距離に、節 P2 は他方の端部から L_{P2} の距離に存在している。

30

【0049】

節 P1 の位置 L_{P1} および節 P2 の位置 L_{P2} は、理論シミュレーションから、

$$L_{P1} = 0.13L$$

$$L_{P2} = 0.13L$$

であることが得られた。このことから、第 1 支持領域 30 の図心 $Q1$ と節 P1 との距離 $D1$ 、第 2 支持領域 40 の図心 $Q2$ と節 P2 との距離 $D2$ は、

$$D1 = 0.13L$$

$$D2 = 0.13L$$

であることが好ましく、 $D1$ および $D2$ を 0 に近づけることがなお好ましい。更に、第 1 支持領域 30 の領域内には節 P1 が含まれ、第 2 支持領域 40 の領域内には節 P2 が含まれていることが好ましい。このように支持領域 30, 40 を形成することにより、支持部 31, 32, 41, 42 によって圧電素子 10 が挟持、保持されても、圧電素子 10 の屈曲振動の妨げになることが回避でき、保持ケース 20 への振動の漏れを抑制することができる。

40

【0050】

図 5 (b) は、支持領域 30, 40 の形成領域を説明する平面概念図である。まず、第 1 支持領域 30 の形成領域について図 5 (b) により説明する。第 1 支持領域 30 は上述した図 5 (a) に示すように、第 1 支持領域 30 の図心 $Q1$ が節 P1 との距離 $D1 = 0.13L$ を満足した上で、 L 方向の長さ $K1$ 、 W 方向の幅 $J1$ の矩形に設定され、第 1 支持

50

部 3 1 と第 3 支持部 3 2 が形成される。K 1 と J 1 は、K 1 と J 1 で決定される支持領域 3 0 の支持面積、すなわち第 1 支持部 3 1 と第 3 支持部 3 2 とによる圧電素子 1 0 の保持力の設定値により適宜設定される。その際、圧電素子 1 0 の外形と第 1 支持領域 3 0 外形部との距離 l_{11} 、 l_{12} 、 K_1 は、

$$l_{11} > 0, \quad l_{12} > 0, \quad K_1 > 0$$

である。すなわち、圧電素子 1 0 の外形部に第 1 支持領域 3 0 の外形部が重ならないように形成する。

【 0 0 5 1 】

また、第 1 支持領域 3 0 の L 方向の第 2 支持領域 4 0 側の位置 L_{K1} は、圧電素子 1 0 の中央部の節 P 3 位置 L_{P31} に対して、

$$L_{K1} < L_{P31}$$

とする。

【 0 0 5 2 】

第 2 支持領域 4 0 も、第 1 支持領域 3 0 と同様に、第 2 支持領域 4 0 の長さ K 2、幅 J 2 は第 2 支持部 4 1 と第 4 支持部 4 2 とによる圧電素子 1 0 の保持力の設定値により適宜設定される。また、圧電素子 1 0 の外形との距離 l_{21} 、 l_{22} 、 K_2 は、

$$l_{21} > 0, \quad l_{22} > 0, \quad K_2 > 0$$

である。すなわち、圧電素子 1 0 の外形部に第 2 支持領域 4 0 の外形部が重ならないように形成され、第 2 支持領域 4 0 の L 方向の第 1 支持領域 3 0 側の位置 L_{K2} は、圧電素子 1 0 の中央部の節 P 3 位置 L_{P32} に対して、

$$L_{K2} < L_{P32}$$

とする。すなわち、第 1 支持領域 3 0 と第 2 支持領域 4 0 は、節 P 3 を挟んで離間している。このように支持領域 3 0、4 0 を設定することにより、支持部 3 1、3 2、4 1、4 2 によって圧電素子 1 0 が挟持、保持されても、圧電素子 1 0 の屈曲振動の妨げになることが回避できる。

【 0 0 5 3 】

図 6 は、支持領域 3 0、4 0 のその他の形態を示す平面概念図である。図 6 (a) に図示する支持領域 3 3、4 3 は同じ形態の領域形態であるので、第 1 支持領域 3 3 により説明する。第 1 支持領域 3 3 は三角形の第 1 領域 3 3 a と矩形の第 2 領域 3 3 b とが連続して延在している。第 1 領域 3 3 a は圧電素子 1 0 の屈曲振動方向に中心からの距離 l が大きくなるに従って L 方向の長さ K 1 が徐々に少なくなるように配置される。このように支持領域 3 3、4 3 を形成することによって、屈曲振動の振幅の小さい節 P 1、P 2 に図心 Q 1、Q 2 を近づけ、領域面積が大きい矩形の第 2 領域 3 3 b が配置されて強い圧電素子 1 0 の支持力が確保される。そして、屈曲振動の振幅が節 P 1、P 2 領域より大きくなる圧電素子 1 0 の幅 W 方向の外形に近づくに従って、領域面積を小さくする第 1 領域 3 3 a が配置されることによって、圧電素子 1 0 の保持力の増加を実現しながら、圧電素子 1 0 の振幅が大きくなる外形部に向かって屈曲振動に追従しやすくし、振動の妨げを緩和させることができる。従って、圧電素子 1 0 を確実に保持しながらも、所定の屈曲振動を得ることができ、確実に被駆動体 7 1、7 2 を駆動させることができる。

【 0 0 5 4 】

図 6 (b) は、第 1 領域 3 4 a が半円形状とした、いわゆるトラック形状の支持領域 3 4 を示す平面概念図である。図 6 (b) に示す第 1 支持領域 3 4 は、上述した支持領域 3 3、4 3 同様に、矩形の第 2 領域 3 4 b を備え、第 2 領域 3 4 b に連続して延在する半円形の第 1 領域 3 4 a とにより構成される。第 2 領域 3 4 b は、図 6 (a) により説明した第 2 領域 3 3 b 同様に、圧電素子 1 0 の外形に向かって、徐々に支持幅を狭くしている。このように、圧電素子 1 0 の屈曲振動方向に、外形に向かって徐々に支持幅を狭くする支持領域の形状であれば、特に限定されず、その他の例として、例えば図 6 (c) に示す支持領域 3 5、4 5 がいわゆる菱形形状であったり、図 6 (d) に示す支持領域 3 6、4 6 が楕円であったり、図 5 (e) に示す支持領域 3 7、4 7 が円形であっても良い。

【 0 0 5 5 】

10

20

30

40

50

上述の図 1、図 5 および図 6 により説明した支持領域 30, 40 の形態は、図 7 に示すように、支持領域 30, 40 の平面形状を、それぞれを組合せて用いることもできる。例えば、図 7 (a) に示すように、一方の支持領域は矩形形状の支持領域 30, 40 であり、他方の支持領域は図 6 (c) に示す菱形形状の支持領域 35, 45 であってもよい。また、図 7 (b) に示すように、一方の支持領域が図 6 (a) に示す形態の支持領域 33, 43 であり、他方の支持領域は図 6 (d) に示す楕円形状の支持領域 36, 46 であってもよい。

【0056】

なお、本実施形態に係るアクチュエーター 100 は、図 8 に示す圧電素子 200 を用いてもよい。図 8 (a) は電極配置を示す表平面図、側面図、裏平面図を示し、図 8 (b), (c) は圧電素子 10A の屈曲動作を説明する平面概念図、である。圧電素子 200 は圧電素子 10 に対して電極の配置が異なる形態であり、圧電素子 10 と同じ構成には同じ符号を付し、説明は省略する。

【0057】

図 8 (a) に示すように、圧電素子 200 は、圧電体 10b の一方の面 10c には屈曲振動を励振させる電極 11, 12, 13, 14 と、縦振動を励振させる電極 16 と、が形成されている。更に、他方の面 10d には共通電極 15 が形成されている。そして、このように形成された圧電素子 200 は、図 8 (b), (c) に示すように動作する。図 8 (b), (c) は圧電素子 200 の動作を模式的に説明する平面図である。図 8 (b) に示すように、電極 11, 13, 16 と図 8 (a) に示す共通電極 15 との間に電荷を掛け、電極 12, 14 には電荷を掛けないことにより、圧電素子 200 における電極 11, 13, 16 に対応する部位で図示矢印の縦振動が励起される。しかし、電極 12, 14 には電荷を掛けられていないため縦振動は励起されず、その結果、電極 11, 13 による縦振動と、電極 12, 14 の無振動によって圧電素子 200 は屈曲振動が生じ圧電素子 200A のように振動する。この屈曲振動と電極 16 による圧電素子 200 の縦振動が同時に生じ、突起部 10a が図示する楕円軌道 S_R の矢印方向に揺動する。突起部 10a の楕円軌道による S_R 方向の揺動が、当接される被駆動体 72 を図示 H_R に駆動させる。

【0058】

図 8 (c) により説明する圧電素子 200 の動作は、上述の図 8 (b) により説明した H_R 方向への被駆動体 72 の駆動方向が、逆の H_L 方向に駆動される状態である。図 8 (c) に示すように、電極 12, 14, 16 と図 8 (a) に示す共通電極 15 との間に電荷を掛け、電極 11, 13 には電荷を掛けないことにより、圧電素子 200 における電極 12, 14, 16 に対応する部位で図示矢印の縦振動が励起される。しかし、電極 11, 13 には電荷を掛けられていないため縦振動は励起されず、その結果、電極 12, 14 による縦振動と、電極 11, 13 の無振動によって圧電素子 200 は屈曲振動が生じ圧電素子 200B のように振動する。この屈曲振動と電極 16 による圧電素子 200 の縦振動が同時に生じ、突起部 10a が図示する楕円軌道 S_L の矢印方向に揺動する。突起部 10a の楕円軌道による S_L 方向の揺動が、当接される被駆動体 72 を図示 H_L に駆動させる。

【0059】

(第 2 実施形態)

図 9 に第 2 実施形態に係るアクチュエーターの支持部である、図 1 (a) に指示する B-B' 部、および C-C' 部の概略断面図を示す。なお、第 2 実施形態に係るアクチュエーターは第 1 実施形態に係るアクチュエーター 100 に対して支持部 31, 32, 41, 42 に弾性部材を含む点が異なり、その他の構成は同じであるため、第 1 実施形態に係るアクチュエーター 100 と同じ構成には同じ符号を付し、説明は省略する。

【0060】

図 9 (a) に示すアクチュエーター 300 は、第 1 支持部 31 および第 2 支持部 41 に弾性部材としての皿ばね 91 と、緩衝部材 81 とを備えている。皿ばね 91 は、第 3 支持部 32 および第 4 支持部 42 と、緩衝部材 81 とにより圧電素子 10 を挟持して押え板 22a, 22b とケース本体 21 の支持面 21a との間に配置される。押え板 22a, 22

10

20

30

40

50

bと緩衝部材81との間に配置されて撓ませられた皿ばね91のばね力によって、圧電素子10は第3支持部32、第4支持部42、緩衝部材81を介して保持ケース20に保持、固定される。このように支持部に皿ばね91のような弾性部材を配置することによって、弾性部材のばね弾性が安定した圧電素子10の保持力を支持部に持たせることができるので、圧電素子10の屈曲振動を妨げたり、振動の漏れを生じたりすることを抑制することができる、安定した駆動力を発生するアクチュエーターを得ることができる。

【0061】

支持部に弾性部材を備える形態は、上述した図9(a)に示す皿ばね91には限定されず、例えば図9(b)に示すようにコイルばね92を備えるアクチュエーター310であっても良い。また、図9(c)に示すように第1支持部31および第2支持部41に弾性部材としての皿ばね91を備え、更に第3支持部32および第4支持部42にも皿ばね91を備えるアクチュエーター320であっても良い。このように支持部31, 32, 41, 42の双方に皿ばね91を配置することで、圧電素子10への緩衝部材81, 82を介して付加される押圧力をバランスよく配置させることができる。

【0062】

上述では、弾性部材としての皿ばね91、コイルばね92を例示したが、例えば図9(d)に示すように支持部31, 32, 41, 42は共に緩衝材料により形成され、押え板24a, 24bとケース本体21の支持面21aとの間で、支持部31, 32, 41, 42によって圧電素子10を挟持した際に、図示する押え板24c, 24dのように撓ませ、撓みの応力によって押え板24a, 24bを弾性部材として構成している。このように構成することで、弾性部材としての皿ばね91やコイルばね92を必要としないため、低コストのアクチュエーター330を得ることができる。

【0063】

本実施形態に係るアクチュエーター100は、圧電素子10を振動面に交差する方向に挟持するように緩衝材料を含む支持部31, 32, 41, 42を備えることにより、圧電素子10の振動が保持ケース20へ漏れることを抑制することができる。これによって、圧電素子10の振動が無駄なく突起部10aの揺動を発生させ、突起部10aに当接される被駆動体71, 72の回転もしくは直線運動へ変換することができる。すなわち、駆動効率の高いアクチュエーターを得ることができる。更に、支持部31, 32, 41, 42の配置を圧電素子10の振動の節を含む領域に設けることにより、圧電素子10の振動の節を含む領域が圧電素子10の振動により移動の少ない領域、言い換えると振幅の小さい領域であることから、保持ケース20への振動漏れを抑制することができる。また、支持部31, 32, 41, 42は、振動の節の内の外側の2箇所の節を含むように支持領域を形成して配置されことにより、被駆動体からの圧電素子10の突起部10aへの反力に対して、容易に圧電素子10を移動させないようにすることで、なお、圧電素子10の振動による突起部10aの揺動を、突起部10aに当接される被駆動体71, 72に確実に伝達し、回転もしくは直線運動へ変換することができる。

【0064】

また、アクチュエーター300, 310, 320, 330のように支持部31, 32, 41, 42に弾性部材としての皿ばね91、コイルばね92、もしくは押え板24a, 24bの撓み弾性によって保持ケース20内で緩衝部材81、緩衝材料により形成される支持部31, 32, 41, 42が押圧され、その反発力に対する保持ケース20と圧電素子10との間の摩擦力によって、振動による相対的な位置ずれを抑制することができる。なお、緩衝部材81、緩衝材料により形成される支持部31, 32, 41, 42の圧電素子10の支持領域を接着剤などにより固着しても良い。接着剤としては、例えばセメダインY611(商標)などのアクリル系接着剤が適応可能である。この接着剤は高温に優れており、接着剤樹脂の弾性によって良好な伸縮運動を確保することができる。

【0065】

(第3実施形態)

図10は、第1実施形態に係るアクチュエーター100または300を備えたロボット

10

20

30

40

50

ハンド1000を示す外観図である。図10に示すロボットハンド1000に備えるアクチュエーター100は、第1実施形態に係るアクチュエーター100であって、回転駆動される被駆動体71を備えている(図1参照)形態をとり、後述するロボットハンド1000の関節部の回転駆動モーターとして用いられる。ロボットハンド1000は、基部1100に接続された指部1200を備えている。基部1100と指部1200との接続部1300と、指部1200の関節部1400とは、回転駆動モーターとしてのアクチュエーター100が組み込まれている。またロボットハンド1000には制御部1500を備え、制御部1500によってアクチュエーター100の駆動により接続部1300および関節部1400を回動させ指部1200を人間の指のように所望の形態に変形させることができる。

10

【0066】

(第4実施形態)

図11は、第3実施形態に係るロボットハンド1000に備えるロボット2000の構成を示す外観図である。ロボット2000は、本体部2100、アーム部2200およびロボットハンド1000を備え、図示するロボット2000は、いわゆる多関節型ロボットに分類される。本体部2100は、例えば床、壁、天井、移動可能な台車の上などに固定される。アーム部2200は、本体部2100に対して可動に設けられており、本体部2100にはアーム部2200を回転させるための動力を発生させる図示しないアクチュエーターや、アクチュエーターを制御する制御部等が内蔵されている。

【0067】

20

アーム部2200は、第1フレーム2210、第2フレーム2220、第3フレーム2230、第4フレーム2240および第5フレーム2250から構成されている。第1フレーム2210は、回転屈折軸を介して、本体部2100に回転可能または屈折可能に接続されている。第2フレーム2220は、回転屈折軸を介して、第1フレーム2210および第3フレーム2230に接続されている。第3フレーム2230は、回転屈折軸を介して、第2フレーム2220および第4フレーム2240に接続されている。第4フレーム2240は、回転屈折軸を介して、第3フレーム2230および第5フレーム2250に接続されている。第5フレーム2250は、回転屈折軸を介して、第4フレーム2240に接続されている。アーム部2200は、制御部の制御によって、各フレーム2210~2250が各回転屈折軸を中心に複合的に回転または屈折し動く。

30

【0068】

アーム部2200の第5フレーム2250のうち第4フレーム2240が設けられた他方には、ロボットハンド接続部2300が接続されており、ロボットハンド接続部2300にロボットハンド1000が取り付けられている。ロボットハンド接続部2300にはロボットハンド1000に回転動作を与えるアクチュエーター100が内蔵され、ロボットハンド1000は対象物を把持することができる。小型、軽量のロボットハンド1000を用いることによって、汎用性が高く、複雑な電子機器の組み立て作業や検査等が可能なロボットを提供することができる。

【0069】

(第5実施形態)

40

図12は、第1実施形態に係るアクチュエーター100を備える、直交ロボットの一実施形態としての電子部品搬送ロボットを備える電子部品検査装置を示す外観図である。図12に示す電子部品検査装置5000(以下、検査装置5000という)は、電子部品の電気的特性を検査する機能を有する部分3000(以下、検査部3000という)と、電子部品を所定の位置間を搬送する電子部品搬送ロボットとしての搬送装置部分4000(以下、搬送装置部4000という)と、を備える装置である。

【0070】

図12に示す検査装置5000は、直方体状の装置基台3010を備えている。装置基台3010の長手方向をY方向とし、水平面においてY方向と直交する方向をX方向とする。そして、鉛直方向をZ(-)方向とする。

50

【 0 0 7 1 】

装置基台 3 0 1 0 上において図中左側には給材装置 3 0 2 0 が設置されている。給材装置 3 0 2 0 の上面には、Y 方向に延びる一对の案内レール 3 0 3 1 a , 3 0 3 1 b が給材装置 3 0 2 0 の Y 方向全幅にわたり凸設されている。一对の案内レール 3 0 3 1 a , 3 0 3 1 b の上側には直動機構を備えたステージ 3 0 4 0 が取付けられている。そのステージ 3 0 4 0 の直動機構は、例えば案内レール 3 0 3 1 a , 3 0 3 1 b に沿って Y 方向に延びるリニアモーターを備えた直動機構である。そして、この直動機構に所定のステップ数に相対する駆動信号がリニアモーターに入力されると、リニアモーターが前進または後退して、ステージ 3 0 4 0 が同ステップ数に相当する分だけ、Y 方向に沿って往動または復動する。ステージ 3 0 4 0 の Z 方向を向く面は載置面 3 0 4 0 a であり、載置面 3 0 4 0 a には電子部品 6 0 0 0 が載置される。ステージ 3 0 4 0 には吸引式の基板チャック機構が設置されている。そして、基板チャック機構が電子部品 6 0 0 0 を載置面 3 0 4 0 a に固定するようになっている。

10

【 0 0 7 2 】

装置基台 3 0 1 0 において給材装置 3 0 2 0 の Y 方向側には撮像部としての第 2 撮像部 3 0 5 2 が設置されている。第 2 撮像部 3 0 5 2 は、受光する光を電気信号に変換する C C D (C h a r g e C o u p l e d D e v i c e s) 素子等を搭載した電気回路基板、ズーム機構を備えた対物レンズ、落射照明装置、自動焦点合わせ機構を備えている。これにより、第 2 撮像部 3 0 5 2 と対向する場所に電子部品 6 0 0 0 が位置するとき、第 2 撮像部 3 0 5 2 は電子部品 6 0 0 0 を撮影することができる。そして、第 2 撮像部 3 0 5 2 は電子部品 6 0 0 0 に光を照射してピント合わせをした後撮影することにより、焦点の合った画像を撮影することができる。

20

【 0 0 7 3 】

装置基台 3 0 1 0 において第 2 撮像部 3 0 5 2 の Y 方向側には検査台 3 0 6 0 が設置されている。検査台 3 0 6 0 は電子部品 6 0 0 0 を検査するときに電気信号を送受信するための治具である。

【 0 0 7 4 】

装置基台 3 0 1 0 上において検査台 3 0 6 0 の Y 方向側には除材装置 3 0 7 0 が設置されている。除材装置 3 0 7 0 の上面には Y 方向に延びる一对の案内レール 3 0 3 2 a , 3 0 3 2 b が全幅にわたり凸設されている。一对の案内レール 3 0 3 2 a , 3 0 3 2 b の上側には直動機構を備えたステージ 3 0 8 0 が取付けられている。ステージ 3 0 8 0 の直動機構は、給材装置 3 0 2 0 が備える直動機構と同様の機構を用いることができる。そして、ステージ 3 0 8 0 は案内レール 3 0 3 2 a , 3 0 3 2 b に沿って往動または復動する。ステージ 3 0 8 0 の Z 方向を向く面は載置面 3 0 8 0 a であり、載置面 3 0 8 0 a には電子部品 6 0 0 0 が載置される。

30

【 0 0 7 5 】

装置基台 3 0 1 0 の X (-) 方向には略直方体状の支持台 4 0 1 0 が設置されている。装置基台 3 0 1 0 に比べて支持台 4 0 1 0 は Z (+) 方向に高い形状となっている。支持台 4 0 1 0 において X 方向を向く面には Y 方向に延びる一对の被駆動体としての駆動レール 4 0 2 1 a , 4 0 2 1 b が支持台 4 0 1 0 の Y 方向全幅にわたり凸設されている。駆動レール 4 0 2 1 a , 4 0 2 1 b の X 方向側には、一对の駆動レール 4 0 2 1 a , 4 0 2 1 b に沿って移動する直動機構を備えた Y ステージ 4 0 3 0 が取付けられている。駆動レール 4 0 2 1 a もしくは駆動レール 4 0 2 1 b の少なくともどちらか一方が第 1 実施形態に係るアクチュエーター 1 0 0 の被駆動体 7 2 (図 1 参照) であり、Y ステージ 4 0 3 0 の直動機構には駆動レール 4 0 2 1 a および駆動レール 4 0 2 1 b のどちらか一方もしくは両方に当接される圧電素子 1 0 が備えられ、Y ステージ 4 0 3 0 に備える圧電素子 1 0 を振動させることにより、固定された駆動レール 4 0 2 1 a , 4 0 2 1 b に対して相対的に Y ステージ 4 0 3 0 は駆動レール 4 0 2 1 a , 4 0 2 1 b に沿って往動または復動する。

40

【 0 0 7 6 】

Y ステージ 4 0 3 0 において X 方向を向く面には X 方向に延在する角柱状の腕部 4 0 4

50

0 が設置されている。腕部 4040 において - Y 方向を向く面には X 方向に延びる一対の駆動レール 4022a, 4022b が腕部 4040 の X 方向全幅にわたり凸設されている。一対の駆動レール 4022a, 4022b の - Y 方向側には駆動レール 4022a, 4022b に沿って移動する直動機構を備えた X ステージ 4050 が取付けられている。駆動レール 4022a もしくは駆動レール 4022b の少なくともどちらか一方が第 1 実施形態に係るアクチュエーター 100 の被駆動体 72 (図 1 参照) であり、X ステージ 4050 の直動機構には駆動レール 4022a および駆動レール 4022b のどちらか一方もしくは両方に当接される圧電素子 10 が備えられ、X ステージ 4050 に備える圧電素子 10 を振動させることにより、固定された駆動レール 4022a, 4022b に対して相対的に X ステージ 4050 は駆動レール 4022a, 4022b に沿って往動または復動する。

10

【 0077 】

X ステージ 4050 には撮像部としての第 1 撮像部 3051 および Z 移動装置 4060 が設置されている。第 1 撮像部 3051 は第 2 撮像部 3052 と同様な構造と機能を備えている。そして、第 1 撮像部 3051 および第 2 撮像部 3052 にて撮像部を構成している。Z 移動装置 4060 は内部に直動機構を備え、直動機構は Z ステージを昇降させる。そして、Z ステージには回転装置 4070 が接続されている。そして、Z 移動装置 4060 は回転装置 4070 を Z 方向に昇降させることができる。Z 移動装置 4060 の直動機構は、駆動レール 4021a, 4021b に沿って駆動される Y ステージ 4030、駆動レール 4022a, 4022b に沿って駆動される X ステージ 4050、と同様に第 1 実施形態に係るアクチュエーター 100 もしくは第 2 実施形態に係るアクチュエーター 300 を備えることができる。

20

【 0078 】

回転装置 4070 は回転軸 4070a を備え、回転軸 4070a には把持部 3090 が接続されている。これにより、回転装置 4070 は Z 方向を軸にして把持部 3090 を回転させることができる。回転装置 4070 は第 1 実施形態に係るアクチュエーター 100 において被駆動体 71 (図 1 参照) を用いた回転駆動機構を本実施形態では用いられ、減速装置と組み合わせて構成され、回転軸 4070a を所定の角度に回動させる。なお、回転機構としてはステップモーターまたはサーボモーターを用いることもできる。サーボモーターの場合には、モーターの種類は特に限定されず、AC モーター、DC モーター、コアレスモーター、超音波モーター等を用いることができる。上述の、Y ステージ 4030、X ステージ 4050、Z 移動装置 4060、回転装置 4070 等により可動部 4080 が構成されている。

30

【 0079 】

装置基台 3010 の X 方向側には制御部としての制御装置 3100 が設置されている。制御装置 3100 は検査装置 5000 の動作を制御する機能を備えている。更に、制御装置 3100 は電子部品 6000 を検査する機能を備えている。各制御装置 3100 は入力装置 3100a および出力装置 3100b を備えている。入力装置 3100a はキーボードや入力コネクタ等であり、信号やデータの他に操作者の指示を入力する装置である。出力装置 3100b は表示装置や外部装置に出力する出力コネクタ等であり、信号やデータを他装置へ出力する。他にも検査装置 5000 の状況を操作者に伝達する装置である。

40

【 0080 】

上述の構成において、検査部 3000 の主な構成としては装置基台 3010、給材装置 3020、ステージ 3040、第 1 撮像部 3051、第 2 撮像部 3052、検査台 3060、除材装置 3070、ステージ 3080、などであり、検査対象となる電子部品 6000 の除給材、画像処理、電気的特性計測、などが行われる。また搬送装置部 4000 の主な構成としては支持台 4010、駆動レール 4021a, b、Y ステージ 4030、腕部 4040、駆動レール 4022a, b、X ステージ 4050、Z 移動装置 4060、回転装置 4070、などであり、電子部品 6000 を給材装置 3020 から検査台 3060、

50

そして除材装置 3070 までを搬送する。

【0081】

電子部品 6000 を検査する検査装置 5000 は、一般的にクリーン環境、すなわち防塵環境下に設置される。また、図示しないが、検査台 3060 には電子部品 6000 の電気的特性を計測するための複数のプローブが配置され、電子部品 6000 のプローブが接触すべき位置が全てのプローブに対して正確に配置されるように、給材装置 3020 から検査台 3060 に電子部品 6000 が搬送されなければならない。電子部品 6000 の位置は、検査台 3060 に載置される前に、第 1 撮像部 3051、第 2 撮像部 3052 によって得られる電子部品 6000 の画像より、画像処理されて検査台 3060 に備えるプローブ位置に搬送装置部 4000 によって正確に位置合わせされ、検査台 3060 に載置される。

10

【0082】

更に、電子部品 6000 はより小型で精密且つ多機能が進行していることから、いわゆる全数検査が一般的となっている。従って、電子部品 6000 の一連の検査時間は、検査すべき電子部品 6000 の数量が極めて大量であることから、より短時間の検査処理を可能とすることが求められ、特に検査時間に占める電子部品 6000 の搬送時間の短縮が求められていた。そこで、第 1 実施形態に係るアクチュエーター 100 もしくは第 2 実施形態に係るアクチュエーター 300 を備えた Y ステージ 4030、X ステージ 4050、更には Z 移動装置 4060 を検査装置 5000 に備えることにより、所定の移動速度までの加速時間、更には停止までの減速時間、を短く制御することが可能となり、検査時間の短い電子部品検査装置を得ることができる。なお、電子部品 500 として、例えば半導体、LCD などの表示デバイス、水晶デバイス、各種センサーデバイス、インクジェットヘッド、各種 MEMS デバイスなどを検査する電子部品検査装置として適用できる。

20

【0083】

(第 6 実施形態)

図 13 は第 5 実施形態に係るプリンターを示し、(a) はプリンターを示す斜視図、(b) は (a) に示すプリンターが備えるカッティングヘッドを示す平面図、である。

【0084】

図 13 (a) に示すように、プリンター 7000 は、印刷用紙 7020 へ印刷する印刷部 510 と、印刷部 510 との間に印刷用紙 7020 を保持し且つガイドするステージでもあるプラテン 7030 と、印刷された印刷用紙 7020 を切断するためのカッティングヘッド 7050 と、プリンター 7000 を制御する制御部 7080 と、を備えている。この場合、カッティングヘッド 7050 は、印刷用紙 7020 の搬送される方向と直交する方向に印刷用紙 7020 を切断する方式であって、印刷用紙 7020 切断用のカッター 7050 a を有している。

30

【0085】

そして、印刷用紙 7020 を切断するための機構は、図 13 (b) に示すように、カッティングヘッド 7050 を支持しカッティングヘッド 7050 の移動をガイドするガイドレール 7040 と、ガイドレール 7040 に沿ってカッティングヘッド 7050 を移動させるリング状ベルト 7060 と、リング状ベルト 7060 にカッティングヘッド 7050 を連結させるためのベルト連結部 7050 b と、リング状ベルト 7060 を駆動するために、カッティングヘッド 7050 が移動する始端側および終端側に設けられた駆動軸 7070 a および従動軸 7070 b と、を有している。

40

【0086】

駆動軸 7070 a は、アクチュエーター 100 により回転して、リング状ベルト 7060 を駆動する。この場合、アクチュエーター 100 の回転軸の回転は、増速装置 7090 を介して駆動軸 7070 a へ伝達されるようになっている。このような構成のプリンター 7000 は、アクチュエーター 100 が駆動すると駆動軸 7070 a が回転し、駆動軸 7070 a の回転により、駆動軸 7070 a と従動軸 7070 b との間をリング状ベルト 7060 が回転し、回転するリング状ベルト 7060 と連結したカッティングヘッド 705

50

0 がガイドレール 7040 に沿って移動する。これにより、カッティングヘッド 7050 のカッター 7050a が印刷用紙 7020 を切断する。

【0087】

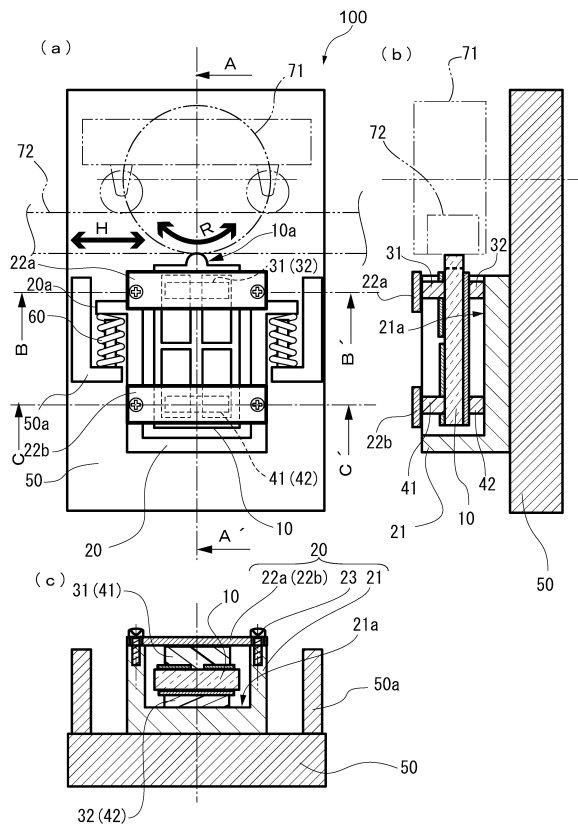
プリンター 7000 は、駆動軸 7070a の駆動にアクチュエーター 100 を用いることにより、駆動軸 7070a まわりをコンパクトな構成にすることができるため、小型化が可能であり、併せて高耐久性も有している。

【符号の説明】

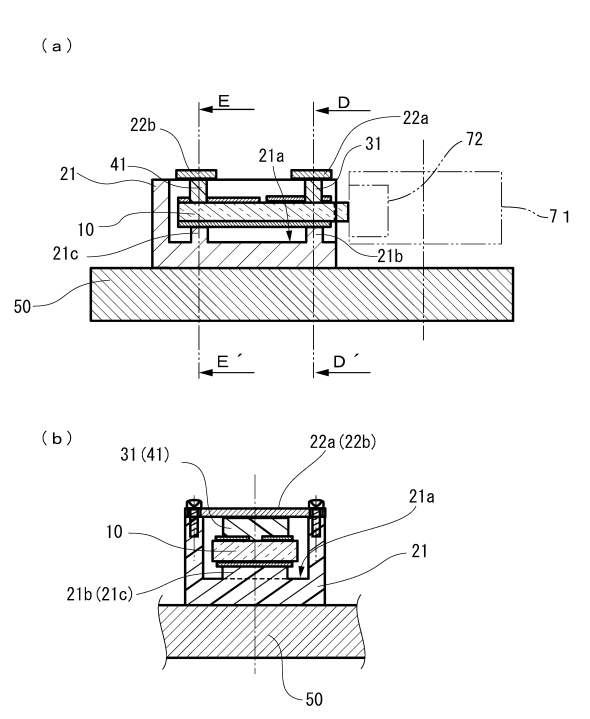
【0088】

10 ... 圧電素子、20 ... 保持ケース、31 ... 第1支持部、32 ... 第3支持部、41 ... 第2支持部、42 ... 第4支持部、50 ... 基台、60 ... ばね、71, 72 ... 被駆動体、100 ... アクチュエーター。

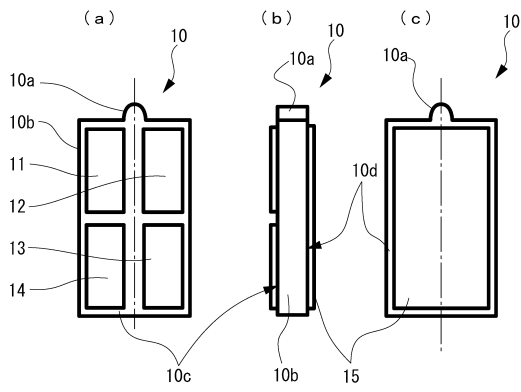
【図1】



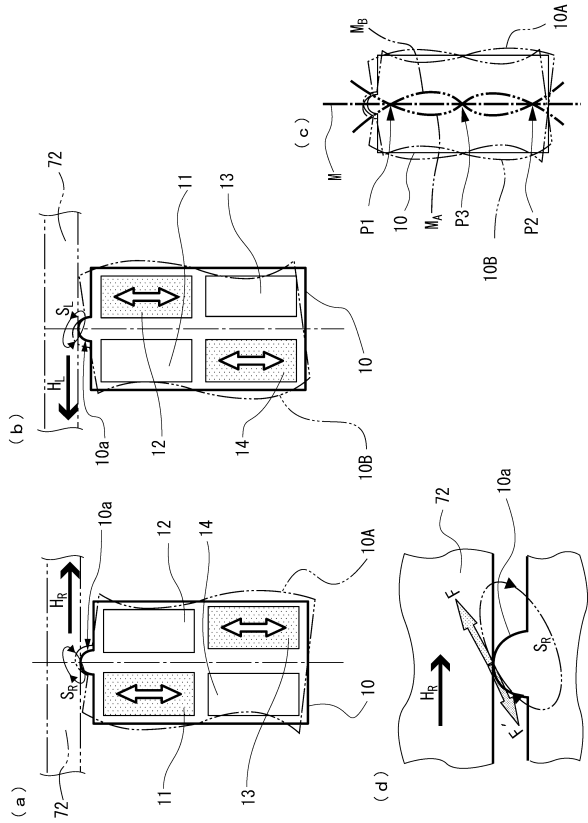
【図2】



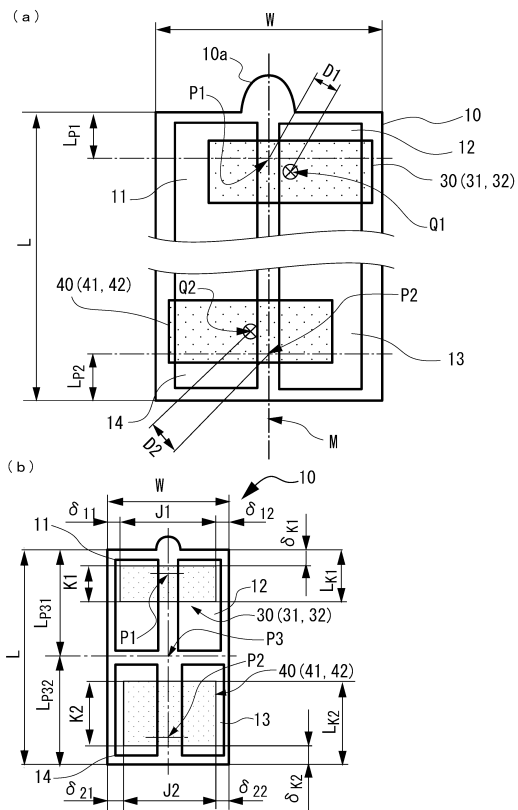
【図3】



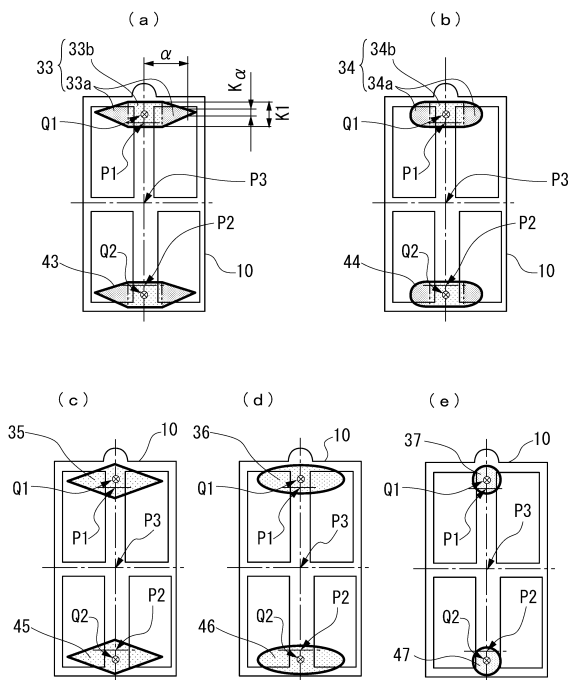
【図4】



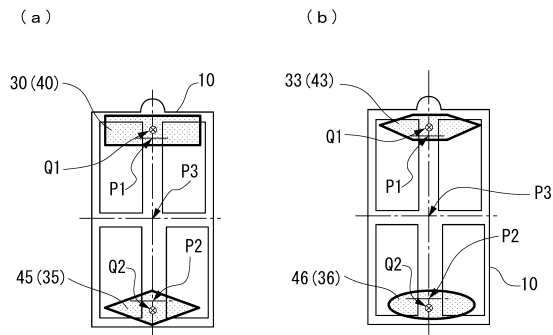
【図5】



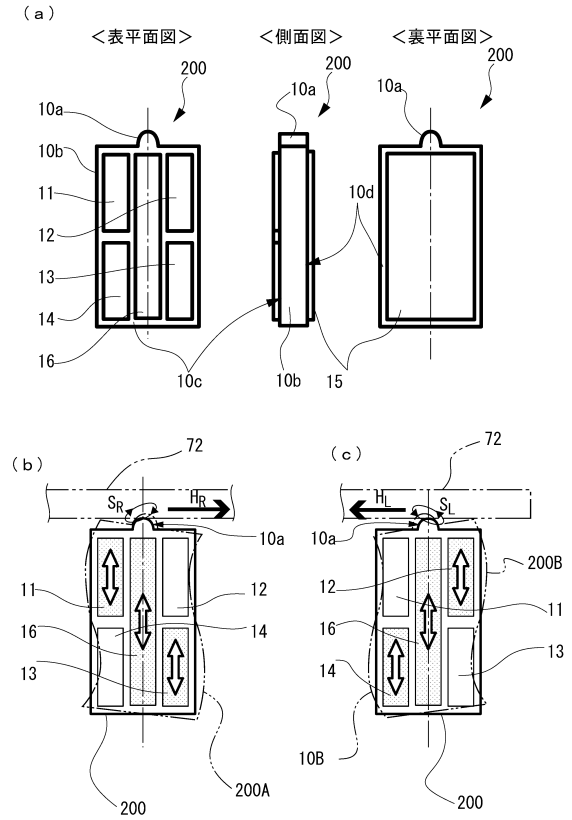
【図6】



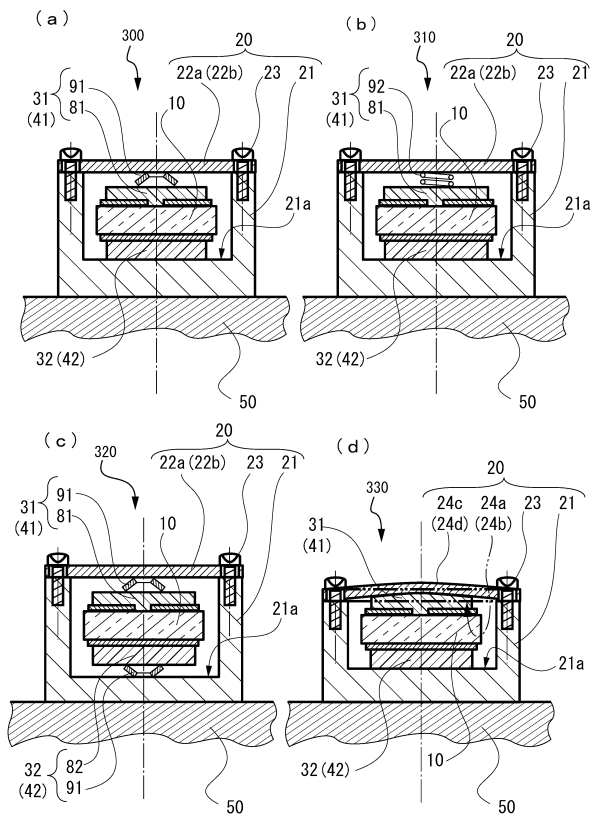
【 図 7 】



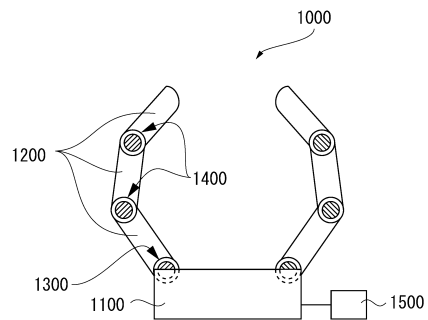
【 図 8 】



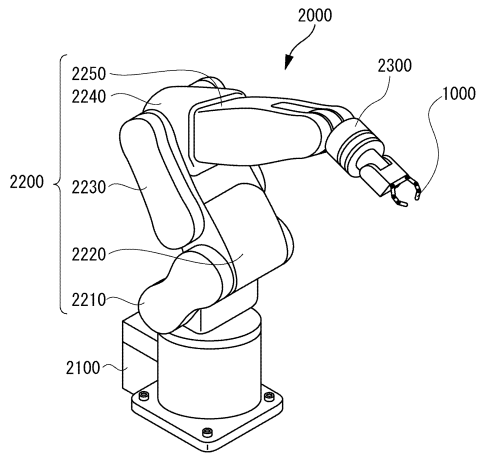
【 図 9 】



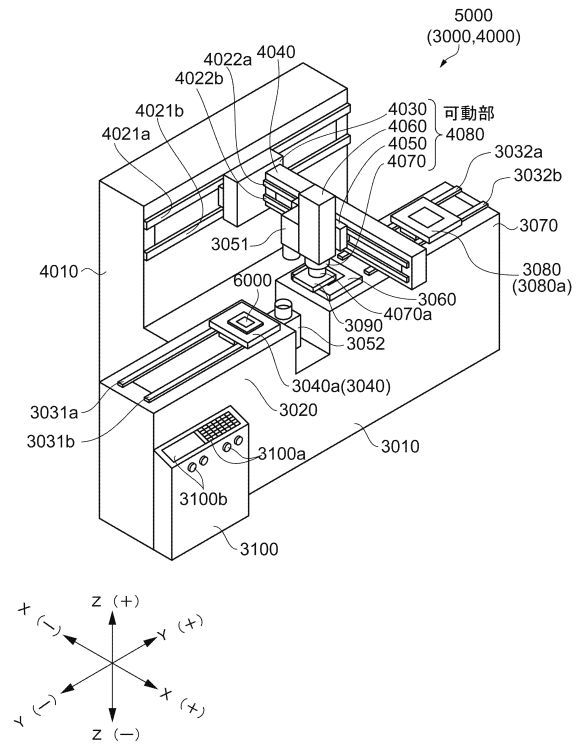
【 図 10 】



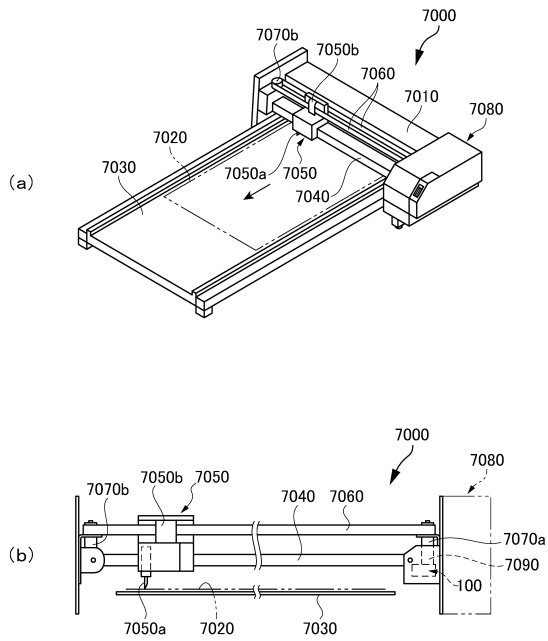
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 水島 信幸
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 宮澤 修
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 宮地 将斗

- (56)参考文献 特開2007-189900(JP,A)
特開2011-030375(JP,A)
特開2010-041777(JP,A)
特開平10-327589(JP,A)
特開2004-298973(JP,A)
特開2008-218953(JP,A)
特開平8-168278(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02N 2/00 - 2/18